

Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)

Determination of Nicotine Levels in Tobacco Leaves and Characteristics of Tobacco Leaves Extract (*Nicotiana tabacum* L.)

Sukmayati Alegantina¹

¹⁾ Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI

Korespondensi: alegantina@yahoo.com

Abstrak

Nikotin merupakan senyawa utama yang terdapat dalam tembakau, dimana nikotin termasuk salah satu zat berbahaya yang ada dalam rokok. Nikotin diabsorpsi dengan cepat dari paru-paru ke dalam darah. Bahaya dari nikotin yang terberat antara lain dapat merangsang pembentukan kanker. Selain itu nikotin mempunyai aktifitas yang menguntungkan yaitu sebagai antimikroba. Adanya himbauan dari Kementerian Pertanian dalam buku Pestisida Nabati, diharapkan pada suatu saat nanti Indonesia mampu berswasembada pestisida (*Pesticides Self Sufficiency*) sehingga tidak bergantung lagi kepada negara-negara besar penghasil pestisida kimia sintetis. Penelitian dilakukan dengan pengujian pendahuluan secara eksperimen laboratorium yang dilakukan tahun 2016 untuk menentukan kadar nikotin secara GC MS dan karakteristik ekstrak yang nantinya sebagai acuan untuk menentukan mutu ekstrak daun tembakau. Karakteristik ekstrak yang diuji adalah kadar air, berat jenis, cemaran mikroba yaitu angka kapang khamir (AKK), angka lempeng total (ALT) dan *most probable number* (MPN) *Coliform*. Hasil pengujian ekstrak daun tembakau diperoleh kadar nikotin: 3,14%, kadar air: 42,41%, berat jenis (BJ): 1,19 g/ml, AKK: 9,0x10¹, ALT: 8,0x10¹ dan MPN *Coliform*: < 2. Ekstrak daun tembakau yang diuji memenuhi persyaratan cemaran mikroba terhadap AKK, ALT, dan MPN *Coliform*

Kata kunci: nikotin, karakteristik, ekstrak, daun tembakau

Abstract

Nicotine is the main compound in tobacco, where it is one of dangerous substances in cigarettes. It is absorbed fast from lungs to blood. Another danger of nicotine is it can stimulate the forming of cancer cells. However, nicotine has beneficial activity by acting as an antimicrobial. An urge from Ministry of Agriculture in Pestisida Nabati book, expects that Indonesia can be self-supporting in producing pesticide so Indonesia can no longer dependent with big countries that produce synthetic chemical pesticides. Therefore, a preliminary experimental laboratory testing conducted in 2016 to determine nicotine content by GC MS and extract characteristics which later as a reference to determine the quality extract. Characteristics of extract test are water content, specific gravity, microbial contamination, yeast figures, total plate number and MPN Coliform. From the tobacco leaf extract testing, nicotine content obtained was: 3.14%, moisture content: 42.41%, specific gravity: 1.19 g/ml, total mold and yeast count: 9.0x10¹, total plate count: 8.0x10¹ and MPN Coliform: <2. Tobacco leaf extract meets the requirements for microbial contamination of yeast figures, total plate number, and MPN Coliform.

Keywords: nicotine, characteristics, extract, tobacco leaf

Pendahuluan

Tembakau merupakan bahan baku pembuatan rokok. Salah satu senyawa dalam tembakau yang terkenal adalah nikotin. Nikotin (β -pyridil- α -N-methyl pyrrolidine) adalah senyawa kimia organik yang termasuk dalam golongan alkaloid, senyawa ini dihasilkan secara alami pada berbagai macam tumbuhan. Nikotin dapat menimbulkan rangsangan psikologis bagi perokok dan akan membuat ketagihan. Nikotin tidak hanya terdapat dalam tembakau tapi juga pada tanaman jenis terong-terongan seperti terong, kentang, dan tomat. Nikotin merupakan senyawa pirrolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintesis nya yang bersifat adiktif dan dapat mengakibatkan ketergantungan.

Nikotin merupakan salah satu zat berbahaya yang ada dalam rokok, diabsorpsi dengan cepat dari paru-paru ke dalam darah. Bahaya dari nikotin antara lain dapat merangsang pembentukan kanker^{1,2} karsinogenesis paru paru karena variasi genetik pada CYP2B6.³ Lebih dari 80% nikotin yang diserap mengalami metabolisme di hati, terutama oleh CYP2A6, UDP-glucuronosyltransferase, dan monooxygenase yang mengandung flavin. Sebanyak 85--90% nikotin dimetabolisme sebelum eliminasi melalui ekskresi ginjal.⁴

Tembakau yang bermutu tinggi ditandai dengan aroma yang harum, rasa isap yang enteng, menyegarkan dan tidak memiliki ciri-ciri negatif seperti rasa pahit, pedas, dan menggigit. Kadar nikotin dalam tembakau dibagi tiga kategori, yaitu kadar nikotin rendah < 2%; menengah 2--3% dan tinggi > 3%. Penyerapan nikotin dalam tubuh bergantung pada pH larutan. Dalam suasana asam absorpsi nikotin akan lemah karena nikotin akan terionkan. Absorpsi nikotin dalam tubuh akan baik bila nikotin tidak terionkan dan ini terjadi pada pH basa. Metabolisme nikotin sebagian besar terjadi di hati dan lebih sedikit di ginjal dan paru-paru. Namun demikian waktu paruh nikotin sangat pendek sehingga bila akan mengukur kadar nikotin di dalam tubuh digunakan kotinin sebagai biomarker. Semakin tinggi kadar kotinin dalam urin maka fungsi paru-paru akan semakin menurun. Terjadi hubungan yang positif antara lama waktu paparan asap rokok orang lain per hari dengan kadar kotinin urin karyawan ($\rho=0,364$, $p\text{-value}=0,002$).⁵

Peraturan terkait rokok, nikotin, dan persyaratannya dikeluarkan dalam Peraturan Pemerintah (PP) No.109 tahun 2012 tentang pengamanan bahan yang mengandung zat adiktif berupa produk tembakau bagi kesehatan. Rokok adalah salah satu produk tembakau yang dimaksudkan untuk dibakar dan dihisap dan/ atau dihirup asapnya, termasuk rokok kretek, rokok putih, cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica*, dan spesies lainnya atau sintesisnya yang asapnya mengandung nikotin dan tar, dengan atau tanpa bahan tambahan.⁶ Dalam Pasal 4 Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 1999 menetapkan batas kadar maksimum kandungan nikotin dan tar pada setiap batang rokok yang beredar di wilayah Indonesia tidak boleh melebihi kadar kandungan nikotin 1,5 mg dan kadar kandungan tar 20 mg.⁷

Indonesia merupakan negara ketiga terbesar pengguna rokok setelah China dan India. Jumlah perokok di Indonesia terus meningkat terutama pada usia anak-anak dan remaja usia 15-19 tahun. Pada remaja usia 13-15 tahun, terdapat 20% perokok, yang mana 41% di antaranya adalah remaja laki-laki dan 3,5% remaja perempuan. Data Riskesdas 2013 menyatakan rerata jumlah batang rokok yang dihisap penduduk umur ≥ 10 per hari per orang di Indonesia sebesar 12,3 batang (setara satu bungkus).⁸ Dalam SNI 0766-1989-A mensyaratkan kadar nikotin dalam rokok kretek maksimum 2%.⁹ Kadar nikotin pada daun tembakau bervariasi tergantung pada beberapa faktor diantaranya varietas tembakau, posisi daun, dan teknik budidaya tanaman seperti pangkasan daun yang tidak tepat dapat meningkatkan kadar nikotin pada daun, penggunaan pupuk Cl dan N yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kadar nikotin.

Kadar nikotin dapat ditekan melalui pendekatan teknik budidaya, tetapi cara ini akan menekan produktifitasnya.¹⁰ Pemberian pupuk nitrogen pada tanaman tembakau memengaruhi perubahan fisiologi tanaman. Perubahan fisiologi tanaman yang paling menentukan kandungan nikotin berturut-turut adalah fotosintesis, Koefisien Respirasi Pemeliharaan Daun (KRPD), respirasi dan kandungan klorofil.¹¹

Kementerian Pertanian RI melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan tahun 2012 yang mengeluarkan buku "Pestisida Nabati"

yang dalam pengantarnya berpesan agar terus mengembangkan pestisida nabati, salah satunya adalah nikotin yang terdapat dalam tanaman tembakau yang diharapkan pada suatu saat nanti Indonesia mampu berswasembada pestisida (*Pesticides Self Sufficiency*) sehingga tidak bergantung lagi kepada negara-negara besar penghasil pestisida kimia sintetis.¹² Atas dasar tersebut peneliti terus melakukan penelitian. Kuatnya kandungan senyawa alkaloid dalam ekstrak tembakau digunakan untuk mematikan rayap kayu sehingga ekstrak tembakau dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati.^{13,14} Selain itu nikotin juga memiliki aktifitas sebagai antioksidan.¹⁵

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh sebelumnya, nikotin mempunyai manfaat sebagai antimikroba, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan ke arah pemakaian yang lebih luas. Ditambah lagi dengan adanya himbauan dari Kementerian Pertanian dalam buku “Pestisida Nabati” diharapkan pada suatu saat nanti Indonesia mampu berswasembada pestisida (*Pesticides Self Sufficiency*) sehingga tidak bergantung lagi kepada negara-negara besar penghasil pestisida kimia sintetis. Untuk itu dilakukan pengujian pendahuluan untuk menguji karakteristik ekstrak yang nantinya sebagai acuan untuk menentukan mutu ekstrak nikotin. Parameter yang diukur adalah kadar nikotin, kadar air ekstrak, berat jenis ekstrak, cemaran mikroba meliputi angka kapang kamir, angka lempeng total, dan MPN coliform, juga parameter fisik seperti tekstur ekstrak, rasa, dan warna.

Metode

Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium pada ekstrak air daun tembakau yang berasal dari Temanggung, Jawa Tengah. Kadar nikotin diukur menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC MS) dengan modifikasi dari ISO 10315 – 2000.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah Gas Chromatography Mass Spectrofotometry (GCMS), timbangan analitik (OHAUSS) Moisture Analyser (Sartorius), piknometer, MeOH (Merck), CHCl₃ (Merck), H₂SO₄ (Merck), NH₄OH (Merck), silika gel, kolom, pereaksi *dragendorff*.

Cara Kerja

a. Karakteristik ekstrak

- Pengamatan ekstrak secara visual dilakukan terhadap tekstur, warna, dan rasa dari ekstrak tembakau.
- Pengukuran kadar air: sejumlah ekstrak daun tembakau dimasukkan ke dalam wadah dengan merata pada alat moisture balance untuk diukur kadar airnya.
- Pengukuran berat jenis (BJ)¹⁶
- Pengujian angka kapang khamir (AKK).¹⁶
- Pengujian angka lempeng total (ALT).¹⁶
- Pengujian MPN Coliform.¹⁶

b. Pengukuran kadar nikotin

Preparasi sampel

- Isolasi nikotin dari ekstrak Sebanyak 100 gram ekstrak tembakau ditambahkan 40 ml H₂SO₄ 2 M hingga pH 3. Ekstrak asam tersebut diekstraksi dengan 25 ml pelarut kloroform sebanyak 3 kali. Filtrat yang mengandung kloroform dikumpulkan lalu dibasakan dengan NH₄OH hingga pH 9 dan ekstraksi dilanjutkan kembali menggunakan 25 ml kloroform sebanyak 3 kali. Ekstrak lapisan atas yang mengandung nikotin dipisahkan untuk dilanjutkan dengan kromatografi kolom.
- Kromatografi kolom ekstrak nikotin Hasil isolasi nikotin fase kloroform diambil sebanyak 3 gram kemudian dilarutkan dalam 10 metanol. Lalu dimasukkan dalam kolom yang telah berisi silika gel dengan menambahkan eluen heksan sebanyak 20 ml, filtrat hasil kolom ditampung. Sedikit larutan tersebut diambil untuk diuji dengan pereaksi *Dragendorff*. Hasil uji dikatakan negatif bila tercium bau menyengat dari heksan. Sisa filtrat hasil kolom yang tidak dilakukan uji *Dragendorff* dilakukan kolom kembali dengan menambahkan 20 ml kloroform. Hasil kolom diuji kembali dengan pereaksi *Dragendorff*. Hasil uji *Dragendorff* negatif ditandai dengan bau menyengat kloroform. Sisa hasil kolom dimasukkan ke kolom dengan eluen kloroform: metanol (10:10) ml. Filtrat hasil kolom diambil untuk diuji dengan pereaksi *Dragendorff* maka hasil uji positif terhadap *Dragendorff* ditandai dengan bau menyengat dari tembakau. Filtrat hasil kolom dilanjutkan untuk dikolom dengan

menggunakan eluen metanol sebanyak 20 ml, dan hasil dari kolom diambil sedikit untuk uji *Dragendorff*. Hasil uji positif ditandai dengan bau menyengat tembakau. Filtrat hasil kolom tersebut diambil untuk dilakukan uji kadar nikotinnya dengan menggunakan GC MS.

- Penetapan nikotin standar dan waktu retensi Hasil kromatogram GC MS menunjukkan bahwa nikotin standar mempunyai waktu retensi 6,15.
- Pembuatan kurva kalibrasi Pengukuran larutan standar nikotin dilakukan pada konsentrasi

0,1; 0,25; 0,5; 0,75 dan 1 ug/ml menggunakan GC MS. Diperoleh kurva kalibrasi dengan persamaan regresi $y = 2 \times 10^6 X - 98870$, $R^2 = 0,9946$.

HASIL

Karakteristik ekstrak daun tembakau dapat diketahui berdasarkan tekstur ekstrak, rasa dan warna. Karakteristik ekstrak daun tembakau dapat dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisika Ekstrak Daun Tembakau

Karakteristik fisik	Keterangan
Tekstur ekstrak	Kental
Rasa	Pahit
Warna	Hitam

Karakteristik fisik daun tembakau tersebut diperoleh ekstrak yang kental dengan berat jenis sebesar 1,19 g/ml, berwarna hitam dan berasa pahit. Pengujian karakteristik ekstrak daun tembakau dilakukan secara duplo, rata-rata hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

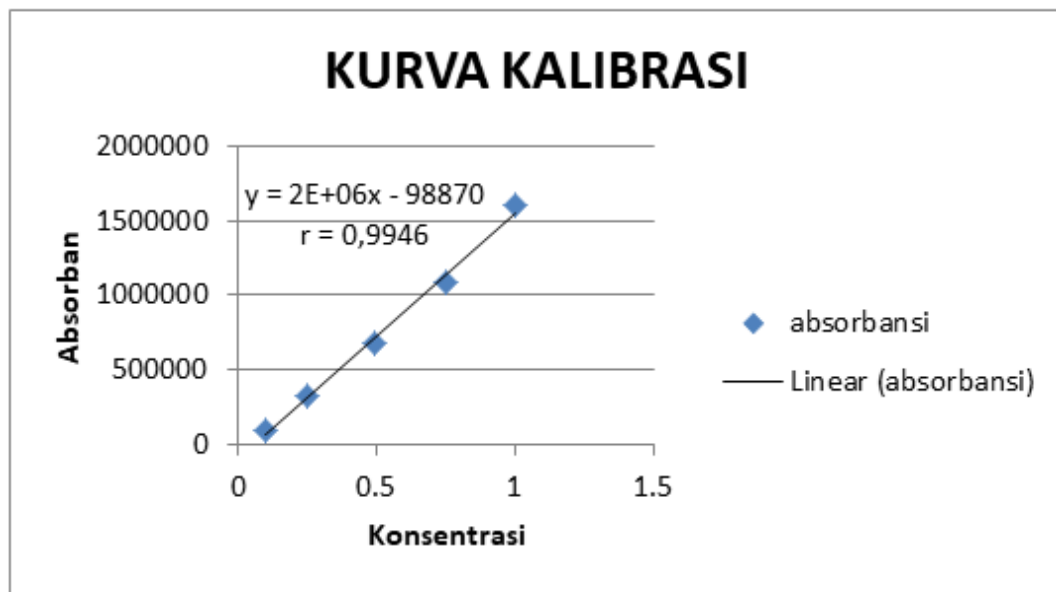
Persyaratan untuk kadar air ekstrak tembakau belum ada, namun untuk persyaratan ekstrak pada tanaman obat umumnya $< 10\%$. Karena pelarut yang digunakan dalam membuat ekstrak daun tembakau ini adalah air maka sangat mungkin bila diperoleh kadar air yang lebih besar dari 10%. Untuk hasil pengujian angka kapang khamir (AKK), angka lempeng total (ALT), dan NPM *Coliform* semuanya memenuhi persyaratan.¹⁶ Hasil pengukuran absorban dari beberapa konsentrasi kadar nikotin memberikan persamaan garis. Kurva kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Diperoleh kurva kalibrasi dengan persamaan garis yang linier dengan $r = 0,9946$. Persamaan garis tersebut digunakan untuk menghitung kadar nikotin yang terdapat dalam ekstrak daun tembakau. Pengukuran kadar nikotin, hasil pengukuran menggunakan GC MS diperoleh kadar nikotin di dalam ekstrak daun tembakau terlihat pada waktu retensi 6,150 dengan koefisien korelasi $r = 0,9946$. Hasil pengukuran dilakukan secara duplo dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil pengukuran ekstrak daun tembakau dengan menggunakan GC MS diperoleh besarnya absorban. Berdasarkan absorban yang diperoleh dengan menggunakan persamaan garis $y = 2 \times 10^6 x - 98870$ maka didapat perhitungan kadar nikotin sebesar 3,14%.

Tabel 2. Karakteristik pengujian ekstrak daun tembakau

No.	Parameter	Hasil	Persyaratan	Keterangan
1.	Kadar air	42,41 %	-	-
2.	Berat jenis (BJ)	1,19075 g/ml	-	-
3.	Angka kapang dan khamir (AKK)	$9,0 \times 10^1$ koloni/gr	$< 10,4 \times 10^1$ koloni/gr	MS
4.	Angka lempeng total (ALT)	$8,0 \times 10^1$ koloni/ml	$< 10,7 \times 10^1$ koloni/ml	MS
5.	NPM Coliform	< 2	< 2 APM/100 ml	MS



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar nikotin

Pembahasan

Ekstrak air daun tembakau mengandung kadar air sebesar 42,41%. Penelitian Meika Syahbana Rusli dkk (2011) mengukur kadar air dari campuran daun tembakau bagian atas, tengah, dan bawah berkisar 10,69--12,37%.¹⁷ Kandungan air dalam daun tembakau itu sendiri sudah cukup tinggi. Tingginya kadar air dalam ekstrak tembakau yang digunakan dalam penelitian ini dikarenakan ekstrak merupakan ekstrak air, sehingga sangat memungkinkan bila kadar airnya cukup tinggi. Tidak ada persyaratan khusus untuk kadar air ekstrak tembakau karena tanaman tembakau belum masuk dalam Farmakope Herbal Indonesia. Secara umum persyaratan ekstrak menyatakan kadar air yang terkandung tidak lebih dari 10%. Bila kadar air yang terdapat dalam suatu ekstrak tinggi maka akan mudah untuk ditumbuhi mikroba. Tetapi pada ekstrak tembakau ini, berdasarkan hasil pengujian terhadap mikroba, ekstrak mengandung mikroba

dalam batas yang dipersyaratkan.

Hasil pengujian cemaran mikroba dari ekstrak tembakau untuk Angka kapang dan khamir, angka lempeng total, dan NPM *Coliform* semuanya masih dalam batas persyaratan yang dipersyaratkan. Seperti yang telah dilakukan oleh Rusli MS dkk (2011) pada ekstrak etanol daun tembakau dalam menghambat *S.aureus* dan *E.coli*.¹⁷ Bila ekstrak melebihi persyaratan maka akan berpengaruh pada stabilitas ekstrak dan akan menimbulkan toksik bagi kesehatan.

Kadar nikotin yang terkandung dalam ekstrak daun tembakau 3,14% dimana berdasarkan kategori kandungan nikotin, nikotin yang terdapat dalam ekstrak tembakau ini mempunyai kadar >3% termasuk tembakau dengan kadar nikotin kategori tinggi. Kadar nikotin selain dipengaruhi oleh varietas tembakau, juga oleh kedudukan daun. Setiap jenis tembakau mempunyai kandungan kimia yang berbeda untuk menghasilkan karakter yang

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Nikotin Menggunakan GC MS

No.	Sampel	Absorban	Konsentrasi nikotin (ug/ml)	Persentase (%)
1	1a	556000	32700	3,27
2.	1b	503501	30100	3,01

dikehendaki, sehingga perlakuan terhadap budidaya juga berbeda, seperti jarak tanam yang sempit akan menghasilkan daun tembakau yang tipis, sempit, dan kadar nikotin yang rendah.^{10,11} Metode yang dikembangkan dalam pengukuran kadar nikotin, memberikan serapan pada menit ke-6,¹⁵ sedang pada penelitian Hossain dkk nikotin memberikan serapan pada menit ke-10.¹⁸ Di sini terjadi perbedaan serapan nikotin walaupun sama-sama menggunakan alat GC MS dimana disebabkan oleh modifikasi metode pengujian pada saat pengukuran maupun perbedaan sensitivitas masing-masing alat yang digunakan.

Kesimpulan

Ekstrak daun tembakau yang diuji mempunyai kandungan nikotin sebesar 3,14% dengan karakteristik ekstrak kadar air 42,41%; BJ 1,19 g/ml dan cemaran mikroba AKK, ALT, dan MPN *Coliform* masih berada dalam batas yang dipersyaratkan.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Ani Isnawati sebagai penanggung jawab Laboratorium Farmasi, Uud Nourma Reswandaru, Winarsih, dan teman-teman di Laboratorium Farmasi, Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Balitbangkes, Kemkes RI.

Daftar Rujukan

1. Schaal C, Chellappan SP. Nicotine-mediated cell proliferation and tumor progression in smoking-related cancers. *Mol Cancer Res.* 2014;12:14–23.
2. Sergei A, Grando SA. Connections of nicotine to cancer. *Nat Rev Cancer* 2014;14:419–29.
3. Wassenaar CA, Dong Q, Amos CI, Spitz MR, Tyndale RF. Pilot study of CYP2B6 genetic variation to explore the contribution of nitrosamine activation to lung carcinogenesis. *Int J Mol Sci.* 2013;14:8381–92.
4. Benowitz NL, Hukkanen J, Jacob P. Nicotine chemistry, metabolism, kinetics and biomarkers. *Handb Exp Pharmacol.* 2009;92:29–60.
5. Nurjanah, Kresnowati L, Mufid A. Gangguan fungsi paru dan kadar cotinine pada urin karyawan yang terpapar asap rokok orang lain. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 2014;10(1);43–52.
6. Pemerintah Republik Indonesia Nomor 109 tahun 2012 tentang Pengamanan bahan yang mengandung zat adiktif berupa produk tembakau bagi kesehatan. Kementerian Hukum dan Hak Azasi Manusia R.I. 2012.
7. Penjelasan Atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2000 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 1999 tentang Pengamanan Rokok Bagi Kesehatan. Sekretaris Negara R.I 2000.
8. Kementerian Kesehatan. Laporan Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2013.
9. Anonim. SNI 0766-1989-A. Rokok kretek. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional; 1989.
10. Tirtosastro S, Sasongko P. Penerapan teknik budidaya untuk menurunkan kadar nikotin tembakau. *Buana Sains.* 2016;16(1);25–32.
11. Djumali, Nurnasari E. Tanggapan fisiologi tanaman tembakau Temanggung terhadap dosis pupuk nitrogen serta kaitannya dengan hasil dan mutu rajangan. *Buletin tanaman tembakau. Serat & Minyak Industri.* 2012 Apr; 4(1);10–20.
12. Kementerian Pertanian. Pestisida nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Kementerian Pertanian. 2012.
13. Hadikusumo SA. Pengaruh ekstrak tembakau terhadap serangan rayap kayu serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. Pada bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz.). *Jurnal Ilmu Kehutanan.* 2007 Jul;1(2):47–54.
14. Sholehah DN. Uji aktifitas antirayap tembakau dan salak Madura. *Agrovigor.* 2011 Mar;4(1):38–41.
15. Xiao DL, Wang L, Huang X, Yong Li, Dasgupta C, Zhang L. Protective effect of antenatal antioxidant on nicotine-induced heart ischemia-sensitive phenotype in rat offspring. *Plos One.* 2016;1–15.
16. Direktorat Jenderal Pengawas Obat dan Makanan. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. 12 tahun 2014 tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Direktorat

- Pengawas Obat Tradisional. Dirjen Pengawas Obat dan Makanan. Departemen Kesehatan RI. 2014.
17. Rusli MS, Suryani, Puspita PE. Antibacterial activity of Temanggung tobacco extract variety genjah Kemloko. Bogor Agricultural University. 2011.
18. Hossain AM, Salehuddin SM. Analytical determination of nicotine in tobacco leaves by Gas Chromatography–Mass Spectrometry. Arabian Journal of Chemistry. 2013;6:275-2